

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公 開 特 許 公 報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2000-292723

(P2000-292723A)

(43) 公開日 平成12年10月20日(2000.10.20)

(51) Int.Cl.<sup>7</sup>  
G 02 B 26/10

### 識別記号

F I  
C 0 2 B 26/10

データコード\*(参考)  
2C362  
2H045

審査請求 未請求 請求項の数4 O.L (全 6 頁)

(21)出願番号 特願平11-100227  
(22)出願日 平成11年4月7日(1999.4.7)

(71)出願人 000006747  
株式会社リコー  
東京都大田区中馬込1丁目3番6号

(72)発明者 高梨 健一  
東京都大田区中馬込1丁目3番6号・株式  
会社リコー内

(74)代理人 10006/873  
弁理士 樽山 亨 (外1名)

Fターム(参考) 2C362 AA03 AA11 AA42 AA43 AA45  
DA09 DA41

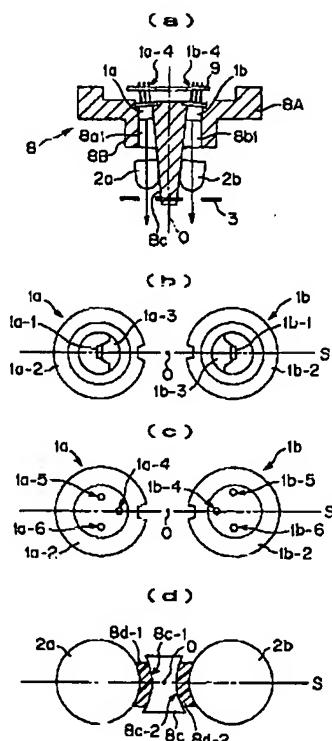
2H045 AA01 BA22 BA33 CA92 CB33

(54) 【発明の名称】 マルチビーム走査装置及びその光源装置

(57) 【要約】

【課題】本発明は、マルチビーム走査装置に用いられる光源装置を、少ない部品点数で安価に構成し、且つ、簡単な構成でビーム間ピッチの誤差を小さくすることを課題とする。

【解決手段】本発明は、複数の光源1a, 1bと、これら複数の光源の個々に対応する複数のカップリングレンズ2a, 2bと、光源とカップリングレンズの対を少なくとも2つ保持する1以上のホルダ8とを有し、上記ホルダに保持された少なくとも2つの光源から放射され上記カップリングレンズを通過して偏向器に向かう光束が開き角を有する光源装置において、上記ホルダ8に保持された少なくとも2つの光源1a, 1bは半導体レーザであり、且つ、上記2つの半導体レーザは、ステム1a-3, 1b-3と半導体レーザチップ1a-1, 1b-1が互いに反対の位置になるように上記ホルダ8に配置されている構成とする。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】複数光源から放射された各発散光束を、該複数光源の個々に対応したカップリングレンズによりカップリングし、各カップリングレンズを通過した光束を偏向反射面を有する偏向器により等角速度的に偏向させ、複数の偏向光束を共通の走査光学系により被走査面上に、副走査方向に互いに分離した光スポットとして集光させ、上記被走査面上を略等速度的に走査するマルチビーム走査装置に用いられる光源装置であり、

上記複数の光源と、これら複数の光源の個々に対応する複数のカップリングレンズと、光源とカップリングレンズの対を少なくとも2つ保持する1以上のホルダとを有し、上記ホルダに保持された少なくとも2つの光源から放射され上記カップリングレンズを通過して偏向器に向かう光束が開き角を有する光源装置において、

上記ホルダに保持された少なくとも2つの光源は半導体レーザであり、且つ、上記2つの半導体レーザは、ステムと半導体レーザチップが互いに反対の位置になるように上記ホルダに配置されていることを特徴とする光源装置。

## 【請求項2】請求項1記載の光源装置において、

上記ホルダに保持された2つの半導体レーザのステムと半導体レーザチップが互いに反対の位置に配置されている状態において、各半導体レーザを駆動する電装系に接続する部分がハーネス基板により構成され、そのハーネス基板のグランドを上記2つの半導体レーザのグランド端子に対し共通に接続することを特徴とする光源装置。

## 【請求項3】請求項2記載の光源装置において、

上記2つの半導体レーザのグランド以外の端子を接続するハーネス基板上の導線部が、各半導体レーザの機能が同じ端子に対し、抵抗及び電気容量が同等になるようにしてあることを特徴とする光源装置。

【請求項4】複数の光源と、該複数の光源から放射された各発散光束を複数光源の個々に対応してカップリングする複数のカップリングレンズと、各カップリングレンズを通過した光束を等角速度的に偏向させる偏向反射面を有する偏向器と、該偏向器により偏向された複数の偏向光束を被走査面上に副走査方向に互いに分離した光スポットとして集光させ被走査面を略等速度的に走査する走査光学系とを有するマルチビーム走査装置において、光源装置として請求項1～3のいずれかに記載の光源装置を用いることを特徴とするマルチビーム走査装置。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、レーザプリンタ、デジタル複写機、ファクシミリ等に用いられるマルチビーム走査装置及びその光源装置に関する。

## 【0002】

【従来の技術】レーザプリンタ、デジタル複写機、ファクシミリ等に用いられる光書き込み装置として、光源か

ら放射された発散光束をカップリングレンズによりカップリングし、カップリングレンズを通過した光束を、偏向反射面を有する偏向器により等角速度的に偏向させ、その偏向光束を走査光学系により感光体等の被走査面上に光スポットとして集光させ、光スポットを主走査方向に略等速度的に走査して書き込みを行う光走査装置が知られている。近年、プリンタや複写機等の高速化の要求に伴い、光走査装置にもますます高速化が要求されてきている。しかし、従来から知られた1ビーム走査装置で走査の高速化を実現しようとすると、偏向器の回転を高速化する必要があるが、高速回転可能な偏向器はそれ自体のコストが高く、光源の高出力化等も必要になり、また、高速回転に伴う風切り音等の騒音を低減する防音手段が必要になるため、光走査装置の大幅なコスト高を招く。そこで偏向器の回転を高速化することなく走査速度を高め得る走査方式として、複数の光束を被走査面上で副走査方向に所定のピッチ間隔を開けて同時に走査することにより、偏向器の回転速度をそのままにして高速印字を可能にしたマルチビーム走査方式が実用化されつつある。

## 【0003】

【発明が解決しようとする課題】このような複数の光束を同時に走査するマルチビーム走査装置では、装置の低コスト性やコンパクト性に鑑み、光源から被走査面に至る光路上に配備される光学系を複数光束に対して共通化することが望ましく、光学系を複数光束で共通化する場合、複数の光源から放射された各光束を、互いに近接したものにするためにビーム合成を行う必要がある。このビーム合成を行う光源装置として、従来、入／2板と偏光合成素子を用いて2光束を合成するものが知られている。すなわち、2つの光源から放射される光束の偏光方向を互いに平行にしておき、一方の光束の偏光面を、入／2板で90度旋回させ、2光束の偏光方向を互いに直交させる。このように偏光面が互いに直交する2光束を偏光合成素子に入射させ、一方の光束が偏光合成素子を透過し、他方の光束が偏光合成素子で反射されるのを利用してビーム合成を行う。しかし、このようなビーム合成において必要とされる入／2板や偏光光学素子は高価であるので、光源装置のコスト高を招く。また、入／2板や偏光光学素子は高精度に配置する必要があり、光源装置への組付けに手間がかかるので光源装置の組立ての効率を高めるのが難しく、低コスト化は困難である。

【0004】そこで、入／2板や偏光光学素子のような高価な光学素子を用いずにビーム合成を行う方式として、特開平9-146024号公報等には、複数光源を主走査方向に隔ててホルダで保持して一体化し、偏向器に向かう光束を開き角（チルト角）を持たせることにより、偏光合成素子を用いること無く複数ビームによる光走査ができるようにした光走査装置が開示されている。しかし、上記公報記載の技術では、2つの光源を保持す

るホルダの穴部に、カップリングレンズが固定された鏡筒を接着剤で固定する構造のため、2つのカップリングレンズ及びカップリングレンズの鏡筒等が干渉し、複数光束の開き角が大きくなり、複数の光束について光学性能を獲得するのが困難であった。一方、半導体レーザが固着された保持部材にコリメータレンズ等を取り付けて位置調整後、接着剤により固定する方法は特開平8-72300号公報等で開示されているが、これは1ビーム用の光源ユニットに関するものであり、マルチビーム用の光源装置に関する記載はない。また、マルチビームにすると被走査面上で所望のビーム間ピッチを獲得する必要があるので、特に、副走査方向のカップリングレンズの位置精度が1ビーム時より高精度に要求されることになる。

【0005】本発明は上記事情に鑑みなされたものであって、少ない部品点数で安価に構成することができ、且つ、簡単な構成でビーム間ピッチの誤差を小さくすることができ、高画質対応の複数ビームの走査が可能なマルチビーム走査装置及びその光源装置を提供することを目的とする。

#### 【0006】

【課題を解決するための手段】上記目的を達成するため、請求項1に係る発明は、複数光源から放射された各発散光束を、該複数光源の個々に対応したカップリングレンズによりカップリングし、各カップリングレンズを通過した光束を偏向反射面を有する偏向器により等角速度的に偏向させ、複数の偏向光束を共通の走査光学系により被走査面上に、副走査方向に互いに分離した光スポットとして集光させ、上記被走査面上を略等速度的に走査するマルチビーム走査装置に用いられる光源装置であり、上記複数の光源と、これら複数の光源の個々に対応する複数のカップリングレンズと、光源とカップリングレンズの対を少なくとも2つ保持する1以上のホルダとを有し、上記ホルダに保持された少なくとも2つの光源から放射され上記カップリングレンズを通過して偏向器に向かう光束が開き角を有する光源装置において、上記ホルダに保持された少なくとも2つの光源は半導体レーザであり、且つ、上記2つの半導体レーザは、システムと半導体レーザチップが互いに反対の位置になるように上記ホルダに配置されている構成としたものである。

【0007】請求項2に係る発明では、請求項1記載の光源装置において、上記ホルダに保持された2つの半導体レーザのシステムと半導体レーザチップが互いに反対の位置に配置されている状態において、各半導体レーザを駆動する電装系に接続する部分がハーネス基板により構成され、そのハーネス基板のグランドを上記2つの半導体レーザのグランド端子に対し共通に接続する構成としたものである。また、請求項3に係る発明では、請求項2記載の光源装置において、上記2つの半導体レーザのグランド以外の端子を接続するハーネス基板上の導線部

が、各半導体レーザの機能が同じ端子に対し、抵抗及び電気容量が同等になるようにしてある構成としたものである。

【0008】さらに請求項4に係る発明は、複数の光源と、該複数の光源から放射された各発散光束を複数光源の個々に対応してカップリングする複数のカップリングレンズと、各カップリングレンズを通過した光束を等角速度的に偏向させる偏向反射面を有する偏向器と、該偏向器により偏向された複数の偏向光束を被走査面上に副走査方向に互いに分離した光スポットとして集光させ被走査面を略等速度的に走査する走査光学系とを有するマルチビーム走査装置において、光源装置として請求項1～3のいずれかに記載の光源装置を用いる構成としたものである。

#### 【0009】

【発明の実施の形態】以下、本発明の構成及び動作を図示の実施例に基づいて詳細に説明する。図1は本発明の一実施例を示す光源装置の構成説明図であり、(a)は光源装置の断面図、(b)は光源装置の2つの半導体レーザ(LD)の正面側の配置状態を示す図、(c)は光源装置の2つの半導体レーザの裏面側の配置状態を示す図、(d)は光源装置の2つのカップリングレンズの正面側の配置状態を示す図である。また、図2は本発明に係るマルチビーム走査装置の構成例を示す概略構成図であり、構成部品の配置を光軸通り主走査方向に平行な平面(主走査平面と言ふ)に展開して示す図である。

【0010】図2に示すように本発明に係るマルチビーム走査装置においては、光源としての半導体レーザ1a, 1bから放射された発散性の光束は、各光源に対応して設けられたカップリングレンズ2a, 2bによりカップリングされ、それぞれ弱い収束光束もしくは弱い発散光束あるいは平行光束に変換され、アパーチャ3によりビーム整形された後、各光束に共通したシリンダレンズ4により副走査方向(主走査平面(紙面)に直交する方向)に集束され、偏向器5の偏向反射面5Aの近傍に主走査方向に長い線像として結像された後、偏向器5の偏向反射面5Aにより反射される。尚、これら2つの線像は互いに副走査方向に分離している。偏向器5の偏向反射面5Aにより反射される各光束は、偏向器5の等速回転に伴い、各々等角速度的に偏向し、走査光学系6

(例えばfθレンズ等のレンズ系で構成されるが、この他、凹面鏡等で構成することもできる)により、感光体等の被走査面7上に副走査方向に互いに分離した光スポットとして集光され、被走査面7上を略等速度的に走査する。尚、図2は2ビーム走査装置の例を示しているが、光源とカップリングレンズの対を増やして3ビーム以上の構成とすることも容易に可能である。

【0011】図2において、カップリングレンズ2a, 2bによりカップリングされた各光束の主光線は、図示のように、主走査方向において、偏向反射面5A側に向

かって次第に近接し、偏向反射面5 Aの近傍で、主走査方向において互いに交わる。そして、カップリングされた各光束を副走査方向から見て、各光束が、交差部側から光源側に向かってなす角θを光束間の「開き角」と呼ぶ。このように、偏向器5に向かう光束が開き角θを有するように光源装置を構成することにより、従来のような偏光合成素子等を用いる必要はなくなる。

【0012】ここで、図2に示すマルチビーム走査装置に用いられる光源装置としては、図1(a)に示すように、光源である2つの半導体レーザ1 a, 1 bと、この2つの半導体レーザ1 a, 1 bの個々に対応するカップリングレンズ2 a, 2 bと、半導体レーザ1 a, 1 bとカップリングレンズ2 a, 2 bの対を少なくとも2つ保持するホルダ8とを有し、上記ホルダ8に保持された2つの半導体レーザ1 a, 1 bから放射されカップリングレンズ2 a, 2 bを通過して偏向器5に向かう光束が開き角θを有する構成となっている。尚、図1(a)の例では、アーチャ3もホルダ8に保持されているが、アーチャ3の保持は別の手段によってもよい。

【0013】ところで、複数光束について良好な光学特性を実現するには、複数光束の開き角を小さくする必要がある。このため、カップリングレンズ2 a, 2 bはホルダ8に直接、可調整に接着するのが良く、カップリングレンズ2 a, 2 bをホルダ8に直接接着するようになると、カップリングレンズのレンズセルが不要となるため、複数のカップリングレンズ間を近接させることができる。また、接着の際にカップリングレンズの接着位置を調整することにより、被走査面上の光スポットの副走査方向の分離量、すなわち走査線ピッチを調整することができるため、光源に対する位置調整機構が不要となり、光源相互の間隔も小さくできる。

【0014】次に光源装置の実施例についてより詳細に説明する。図1(a)に示すように、ホルダ8は基部8 Aが略長方形形状で、その中央部に円柱状部分8 Bが突設されており、その円柱状部分8 Bの中央から突起部8 Cが突出している。ホルダ8の円柱状部分8 Bには、光源としての半導体レーザ1 a, 1 bを圧入固定する孔8 a 1, 8 b 1が穿設されており、半導体レーザ1 a, 1 bは、ホルダ8の基部8 Aの裏面側から、孔8 a 1, 8 b 1に圧入されて固定される。また、ホルダ8の突起部8 Cの孔8 a 1, 8 b 1に連なる部分は、図1(d)に示すような円筒面からなるカップリングレンズ保持部8 c - 1, 8 c - 2となっており、このカップリングレンズ保持部8 c - 1, 8 c - 2の円筒面のそれぞれの円筒軸は偏向器側に向かって次第に狭まるようになっている。すなわち円筒面相互は開き角を有している。カップリングレンズ2 a, 2 bは、それぞれ半導体レーザ1 a, 1 bに対し、光軸方向及び光軸直交方向に位置調整されて、カップリングレンズ保持部8 c - 1, 8 c - 2の円筒面に接着剤8 d - 1, 8 d - 2を用いて固定され

る。

【0015】次に半導体レーザ1 a, 1 bの配置について説明する。図1(b)はホルダ8に保持された2つの半導体レーザ1 a, 1 bを正面側(光出射側)から見た状態を示しており、1 a - 1, 1 b - 1は半導体レーザチップ、1 a - 2, 1 b - 2はケース、1 a - 3, 1 b - 3はシステムである。また、図1(c)はホルダ8に保持された2つの半導体レーザ1 a, 1 bを裏面側から見た状態を示しており、1 a - 4, 1 b - 4はグランド端子、1 a - 5, 1 b - 5, 1 a - 6, 1 b - 6は駆動用の端子である。図1(b)に示すように、2つの半導体レーザ1 a, 1 bはホルダの中心Oに対して対称に配置され、2つの半導体レーザ1 a, 1 bのシステム1 a - 3, 1 b - 3は互いに反対方向を向いており、それぞれのシステム1 a - 3, 1 b - 3に各半導体レーザチップ1 a - 1, 1 b - 1が取り付けられている。すなわち2つの半導体レーザ1 a, 1 bは、システム1 a - 3, 1 b - 3と半導体レーザチップ1 a - 1, 1 b - 1が互いに反対の位置になるように上記ホルダ8に配置されている。また、図1(c)に示すように、2つの半導体レーザ1 a, 1 bの各端子も互いに反対方向を向いた配置位置となっている。

【0016】2つの半導体レーザ1 a, 1 bのシステム1 a - 3, 1 b - 3は略同一の大きさであるため、図1(b), (c)のような配置にすることにより、温度上昇による熱膨張が生じた場合には、各半導体レーザチップ1 a - 1, 1 b - 1は互いに反対方向に移動することになるが、その時、図1(d)に示すように、各カップリングレンズ2 a, 2 bも接着剤8 d - 1, 8 d - 2を介してホルダ8の突起部8 Cで支えられているため、カップリングレンズ2 a, 2 bも互いに反対方向に移動する。これにより、各カップリングレンズ2 a, 2 bの光軸と各半導体レーザ1 a, 1 bの発光点(各半導体レーザチップ1 a - 1, 1 b - 1)が同一方向に移動することになるため、カップリングレンズ2 a, 2 bからの射出光の光軸は温度上昇時にも移動量が少くなり、被走査面上のビーム間ピッチが略一定に保たれることになる。すなわち、温度変化等の環境変動によるビーム間ピッチの変動を小さくすることができる。尚、図1に示す光源装置は、ホルダ8の中心Oを軸として、2つの半導体レーザ1 a, 1 bの発光点を通る線Sの主走査方向に対する傾き角を調整することにより、副走査方向のビーム間ピッチを容易に調整することができる。

【0017】ところで、図1(a)に示すように、半導体レーザ1 a, 1 bの裏面側の端子には、半導体レーザ1 a, 1 bを駆動するための電装系に接続される基板9が接続されているが、この基板9をハーネス基板とした例を図3に示す。図3に示すように、各半導体レーザ1 a, 1 bの3つの端子のうち、各グランド端子1 a - 4, 1 b - 4がハーネス基板9のグランド9 cに共通に

接続されている。これにより、ハーネス基板9上の導線のレイアウトが簡単になる。また、2つの半導体レーザ1a, 1bの端子は、図1(c)のように互いに反対方向を向くように対称に配置されているので、ハーネス基板9の導線はグランド9cに対し対称なレイアウトとできるため、上記の温度上昇時においても半導体レーザ自体の変動に対しストレスが均等化されるので、ビーム間ピッチの変動を抑えることができる。

【0018】また、図3に示すように、半導体レーザ1aのグランド以外の駆動用端子1a-5, 1a-6を接続するハーネス基板9上の導線部9a-5, 9a-6と、半導体レーザ1bのグランド以外の駆動用端子1b-5, 1b-6を接続するハーネス基板9上の導線部9b-5, 9b-6は、グランド9cに対し対称なレイアウトとなっており、各導線部9a-5, 9a-6, 9b-5, 9b-6は、各半導体レーザ1a, 1bの機能が同じ端子に対し、抵抗及び電気容量が同等になるようにしてある。すなわち、ハーネス基板9の導線レイアウトによっては、各半導体レーザ1a, 1bの発光特性が変化してしまう恐れがあるため、本実施例では導線部を対称なレイアウトとし、ほぼ同一の抵抗値と電気容量を持つように配線しており、これにより2つの半導体レーザ1a, 1bの発光特性を安定化することができる。

【0019】さて、本発明に係るマルチビーム走査装置においては、図2の光源部に以上のように構成された光源装置を用いているので、光源部を少ない部品点数で安価に構成することができ、且つ、簡単な構成でビーム間ピッチの誤差を小さくすることができ、高画質対応の複数ビームの走査が可能となる。また、温度等の環境変動によるビーム間ピッチの変動を小さくできるので、高精度なマルチビーム走査が可能となる。尚、図1に示す構成の光源装置を副走査方向に複数配置することにより、4ビーム以上のビーム数のマルチビーム走査装置を容易に実現することができる。

#### 【0020】

【発明の効果】以上説明したように、請求項1に係る発明においては、複数の光源と、これら複数の光源の個々に対応する複数のカップリングレンズと、光源とカップリングレンズの対を少なくとも2つ保持する1以上のホルダとを有し、上記ホルダに保持された少なくとも2つの光源から放射され上記カップリングレンズを通過して偏向器に向かう光束が開き角を有する光源装置において、上記ホルダに保持された少なくとも2つの光源は半導体レーザであり、且つ、上記2つの半導体レーザは、システムと半導体レーザチップが互いに反対の位置になるように上記ホルダに配置されている構成としたので、マルチビーム走査装置に用いられる光源装置を少ない部品点数で安価に構成でき、且つ、温度等の環境変動によるビーム間ピッチの変動も小さくすることができる。

#### 【0021】請求項2に係る発明においては、請求項1

の構成に加えて、上記ホルダに保持された2つの半導体レーザのシステムと半導体レーザチップが互いに反対の位置に配置されている状態において、各半導体レーザを駆動する電装系に接続する部分がハーネス基板により構成され、そのハーネス基板のグランドを上記2つの半導体レーザのグランド端子に対し共通に接続する構成としたので、ハーネス基板の導線レイアウトが容易になり、且つ、温度等の環境変動によるビーム間ピッチの変動も小さくすることができる。また、請求項3に係る発明においては、請求項2の構成に加えて、上記2つの半導体レーザのグランド以外の端子を接続するハーネス基板上の導線部が、各半導体レーザの機能が同じ端子に対し、抵抗及び電気容量が同等になるようにしてある構成としたので、各半導体レーザの発光特性を安定化することができる。

【0022】請求項4に係る発明においては、走査装置の光源装置として請求項1～3のいずれかに記載の光源装置を用いる構成としたので、少ない部品点数で安価に光源部を構成することができ、且つ、簡単な構成でビーム間ピッチの誤差を小さくすることができ、高画質対応の複数ビームの走査が可能となるマルチビーム走査装置を実現することができる。また、温度等の環境変動によるビーム間ピッチの変動を小さくでき、高精度なマルチビーム走査が可能となる。

#### 【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の一実施例を示す光源装置の構成説明図であり、(a)は光源装置の断面図、(b)は光源装置の2つの半導体レーザの正面側の配置状態を示す図、(c)は光源装置の2つの半導体レーザの裏面側の配置状態を示す図、(d)は光源装置の2つのカップリングレンズの正面側の配置状態を示す図である。

【図2】本発明に係るマルチビーム走査装置の構成例を示す概略構成図である。

【図3】図1に示す光源装置に用いられるハーネス基板の一例を示す平面図である。

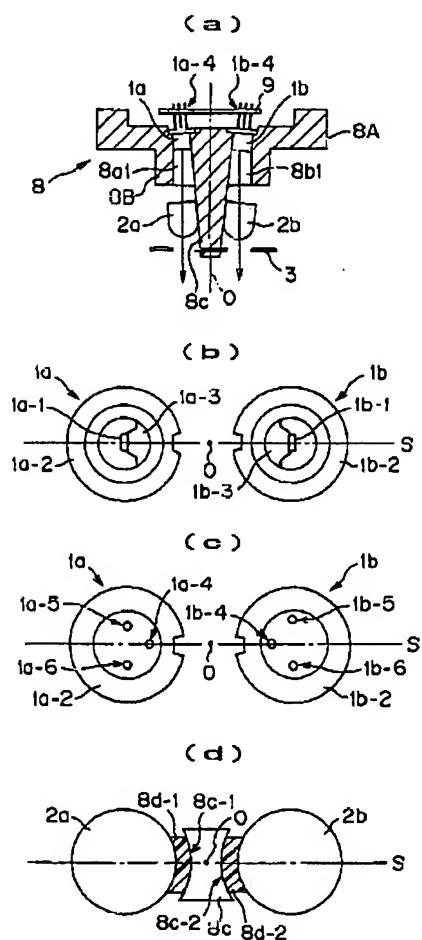
#### 【符号の説明】

- 1a, 1b : 半導体レーザ（光源）
- 1a-1, 1b-1 : 半導体レーザチップ
- 1a-2, 1b-2 : ケース
- 1a-3, 1b-3 : システム
- 1a-4, 1b-4 : グランド端子
- 1a-5, 1b-5 : 駆動用端子
- 1a-6, 1b-6 : 駆動用端子
- 2a, 2b : カップリングレンズ
- 3 : アパーチャ
- 4 : シリンダレンズ
- 5 : 偏向器
- 5A : 偏向反射面
- 6 : 走査光学系
- 7 : 被走査面

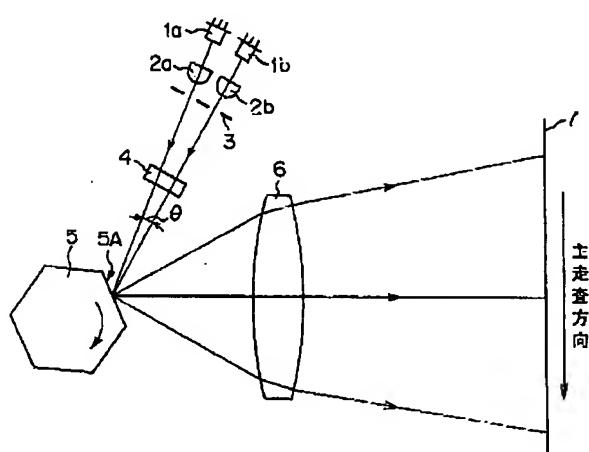
8 : ホルダ  
 8A : 基部  
 8B : 円柱状部分  
 8C : 突起部  
 8a1, 8b1 : 孔  
 8c-1, 8c-2 : カップリングレンズ保持部

8d-1, 8d-2 : 接着剤  
 9 : ハーネス基板  
 9c : グランド  
 9a-5, 9a-6, 9b-5, 9b-6 : グランド以外の導線部

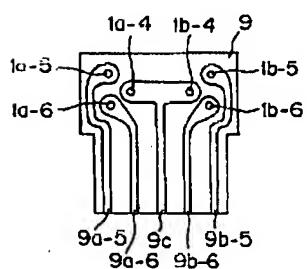
【図1】



【図2】



【図3】



*TRANSLATION OF  
JP 2000-292723*

(19) Patent Office of Japan (JP)  
(12) Laid-open Patent Publication (A)  
(11) Patent Application Laid-open No.

Patent Application Laid-open No. 2000-292723  
(P2000-292723A)

(43) Laid-open Date October 20, Heisei 12 (Oct. 20, 2000)

(51) Int. Cl.<sup>7</sup> Discrimination Symbol FI

G02B 26/10

G02B 26/10

B41J 2/44

B41J 3/00

Theme Code (Reference)

B 2C362

E 2H046

F

D

Demand for Examination Undemanded Number of Claims 4 OL  
(6 pages in total)

(21) Application No. Patent Application No. Hei 11-100227

(22) Date of Filing April 7, Heisei 11 (April 7, 1999)

(71) Applicant 000006747

Recoh Ltd.

3-6, Naka Magome 1-chome,

Ota-ku, Tokyo

(72) Inventor Kenichi Takanashi

c/o Recoh Ltd., 3-6, Naka Magome 1-chome,  
Ota-ku, Tokyo

(74) Attorney 100061873

Patent Attorney Toru Kabayama

(One Other)

F Term (Reference) 2C362 AA03 AA11 AA42 AA43 AA45  
DA09 DA41

2H045 AA01 BA22 BA33 CA92 CB33

---

(54) [Title of the Invention]

Multibeam Scanning Apparatus and the Light Source  
Apparatus Thereof

(57) [Summary]

[Problem] This invention has as its problem to inexpensively constitute a light source apparatus for use in a multibeam scanning apparatus by a small number of parts, and make the error of the pitch between beams small by a simple construction.

[Solving Means] The present invention is a light source apparatus having a plurality of light sources 1a, 1b, a plurality of coupling lenses 2a, 2b corresponding to individual ones of the plurality of light sources, and one or more holders 8 holding at least two pairs of light source and coupling lens, wherein light beams emitted from at least two light sources held by the holder and passing through the coupling lenses toward a deflector has an open angle, and wherein at least two light sources 1a, 1b held by the holder 8 are semiconductor lasers, and the two semiconductor lasers are disposed on the holder 8 so that

stems 1a-3, 1b-3 and semiconductor laser chips 1a-1, 1b-1 may be at opposite positions.

[Claims]

[Claim 1] A light source apparatus for use in a multibeam scanning apparatus for coupling divergent light beams emitted from a plurality of light sources by coupling lenses corresponding to individual ones of the plurality of light sources, deflecting the light beams passed through the respective coupling lenses in a conformal speed fashion by a deflector having a deflecting reflecting surface, condensing the plurality of deflected light beams as light spots separated from one another in a sub-scanning direction on a surface to be scanned by a common scanning optical system, and scanning on the surface to be scanned substantially isokinetically the light source apparatus having the plurality of light sources, a plurality of coupling lenses corresponding to individual ones of the plurality of light sources, and one or more holders holding at least two pairs of light source and coupling lens, wherein the light beams emitted from at least two light sources held by the holder and passing through the coupling lenses toward the deflector has an open angle, characterized in that at least two light sources held by the holder are semiconductor lasers, and the two semiconductor lasers are disposed on the holder so that stems and semiconductor laser chips may be at opposite positions.

[Claim 2] A light source apparatus according to Claim 1, characterized in that in a state in which the stems and semiconductor laser chips of the two semiconductor lasers held by the holder are disposed at opposite positions, a portion connected to a battery system for driving each semiconductor laser is constituted by a harness substrate, and the gland of the harness substrate is connected in common to the gland terminals of the two semiconductor lasers.

[Claim 3] A light source apparatus according to Claim 2, characterized in that lead wire portions on the harness substrate to which the other terminals than the glands of the two semiconductor lasers are made equal in resistance and electrical capacity to the terminals of the same function of the respective semiconductor lasers.

[Claim 4] A multibeam scanning apparatus having a plurality of light sources, a plurality of coupling lenses for coupling divergent light beams emitted from the plurality of light sources correspondingly to individual ones of the plurality of light sources, a deflector having a deflecting reflecting surface for deflecting the light beams passed through the respective coupling lenses in a conformal speed fashion, and a scanning optical system for condensing the plurality of deflected light beams deflected by the deflector as light spots separated from one another in a sub-scanning direction on a surface to be scanned and substantially isokinetically scanning the surface to be

scanned, characterized by using a light source apparatus according to any one of Claims 1 to 3 as a light source apparatus.

[Detailed Description of the Invention]

[0001]

[Technical Field to Which the Invention Belongs] This invention relates to a multibeam scanning apparatus for use in a laser printer, a digital copying machine, a facsimile apparatus or the like, and the light source apparatus thereof.

[0002]

[Prior Art] As an optical writing apparatus for use in a laser printer, a digital copying machine, a facsimile apparatus or the like, there is known an optical scanning apparatus for coupling a divergent light beam emitted from a light source by a coupling lens, deflecting the light beam passed through the coupling lens in a conformal speed fashion by a deflector having a deflecting reflecting surface, condensing the deflected light beam as a light spot on a surface to be scanned such as a photosensitive member by a scanning optical system, and substantially isokinetically scanning the light spot in a main scanning direction to thereby effect writing-in. In recent years, with the demand for the higher speeds of a printer, a copying machine, etc., a higher speed has also been more and more required of the optical scanning apparatus. If, however, an attempt is made to realize the higher speed of

scanning by a heretofore known single-beam scanning apparatus, it is necessary to make the rotational speed of the deflector higher, but a deflector rotatable at a high speed is high in cost, and the higher output of the light source or the like also becomes necessary, and sound-proof means for reducing noise such as wind breaking sound resulting from high-speed rotation becomes necessary, and this result in a great increase in the cost of the optical scanning apparatus. So, as a scanning method capable of heightening the scanning speed without heightening the rotational speed of the deflection, there is being put into practice a multibeam scanning method which has made high-speed printing possible with the rotational speed of the deflector remaining unchanged, by scanning a plurality of light beams at a time on the surface to be scanned in a sub-scanning direction at predetermined pitch intervals.

[0003]

[Problem to Be Solved by the Invention]

In such a multibeam scanning apparatus for scanning a plurality of light beams at a time, in view of the low cost and compactness of the apparatus, it is desirable that an optical system disposed on the optical path leading from the light source to the surface to be scanned be made common to the plurality of light beams, and when the optical system is made common to the plurality of light beams, it is necessary to effect the combination of beams in order to make the respective light beams emitted from

the plurality of light sources proximate to one another. As a light source apparatus which effects this combination of beams, there is known one which combines two light beams by the use of a  $\lambda/2$  plate and a deflecting combining element. That is the deflection directions of light beam emitted from two light sources are made parallel to each other, and the deflected plane of one light beam is turned by 90 degrees by the  $\lambda/2$  plate, and the deflection directions of the two light beams are made orthogonal to each other. The two light beams of which the deflected planes are thus orthogonal to each other are made to enter the deflecting combining element, and the combination of beams is effected by the utilization of the fact that one light beam is transmitted through the deflecting combining element and the other light beam is reflected by the deflecting combining element. Since, however, the  $\lambda/2$  plate and the deflecting optical element required in such combination of beams are expensive, the cost of the light source apparatus becomes high. Also, the  $\lambda/2$  plate and the deflecting optical element need be disposed highly accurately, and much labor is required in assembling them to the light source apparatus and therefore, it is difficult to enhance the efficiency of the assembly of the light source apparatus, and the lower cost thereof is difficult to realize.

[0004] So, as a method of effecting the combination of beams without using such expensive optical elements as the

$\lambda/2$  plate and the deflecting optical element, Patent Application Laid-open No. Hei 9-146024, etc. disclose an optical scanning apparatus in which a plurality of light sources are held at intervals in a main scanning direction by a holder to thereby make them integral, and light beams travelling toward a deflector are endowed with an open angle (tilt angle) so that optical scanning by a plurality of beams can be done without the use of a deflecting combining element. In the technique described in the above-described publication, however, because of the construction in which a lens barrel having coupling lenses fixed thereto is fixed to the apertured portion of the holder holding two light sources by means of an adhesive agent, the two coupling lenses and the lens barrel of the coupling lenses have interfered with each other and the open angle of the plurality of light beams has become great, and it has been difficult to obtain optical performance about the plurality of light beams. On the other hand, a method of mounting a collimator lens or the like on a holding member to which a semiconductor laser is secured and position-adjusting it, and thereafter fixing it by an adhesive agent is disclosed in Patent Application Laid-open No. Hei 8-72300, etc., but this relates to a light source unit for one beam, and bears no description about a light source apparatus for multibeam. Also, if a multibeam is used, it is necessary to obtain a desired interbeam pitch on a surface to be scanned and thus, particularly, the

positional accuracy of a coupling lens in a sub-scanning direction is required to be higher than in the case of one beam.

[0005] The present invention has been made in view of the above-noted circumstances, and has as its object to provide a multibeam scanning apparatus which can be constituted inexpensively by a small number of parts and can make the error of the interbeam pitch small by a simple construction, and can effect the scanning of a plurality of beams corresponding to a high quality of image and the light source apparatus thereof.

[0006]

[Means for Solving the Problem] In order to achieve the above object, the invention according to Claim 1 is a light source apparatus for use in a multibeam scanning apparatus for coupling divergent light beams emitted from a plurality of light sources by coupling lenses corresponding to individual ones of the plurality of light sources, deflecting the light beams passed through the respective coupling lenses in a conformal speed fashion by a deflector having a deflecting reflecting surface, and condensing the plurality of deflected light beams as light spots separated from one another in a sub-scanning direction on a surface to be scanned by a common scanning optical system to thereby substantially kinetically scan on the surface to be scanned, the light source unit having the plurality of light sources, the plurality of coupling lenses

corresponding to individual ones of the plurality of light sources, and one or more holders holding at least two pairs of light source and coupling lens, wherein the light beams emitted from at least two light sources held by the holder or holders and passing through the coupling lenses toward the deflector have an open angle, and wherein at least two light sources held by the holder or holders are semiconductor lasers, and the two semiconductor lasers are disposed on the holder or holders so that stems and semiconductor laser chips may be at opposite positions.

[0007] In the invention according to Claim 2, in the light source apparatus according to Claim 1, in a state in which the stems and semiconductor laser chips of the two semiconductor lasers held by the holder or holders are disposed at opposite positions, a portion connected to a battery system for driving each semiconductor laser is constituted by a harness substrate, and the gland of the harness substrate is connected in common to the gland terminals of the two semiconductor lasers. Also, in the invention according to Claim 3, in the light source apparatus according to Claim 2, a leading wire portion on the harness substrate to which the other terminals than the glands of the two semiconductor lasers are connected is made equal in resistance and electrical capacity to the terminals of the same function of the respective semiconductor lasers.

[0008] Further, the invention according to Claim 4 is a

multibeam scanning apparatus having a plurality of light sources, a plurality of coupling lenses for coupling divergent light beams emitted from the plurality of light sources correspondingly to individual ones of the plurality of light sources, a deflector having a deflecting reflecting surface for deflecting the light beams passed through the respective coupling lenses in a conformal speed fashion, and a scanning optical system for condensing the plurality of deflected light beam deflected by the deflector as light spots separated from one another in a sub-scanning direction on a surface to be scanned to thereby scan the surface to be scanned in a substantially conformal speed fashion, the multibeam scanning apparatus using the light source apparatus according to any one of Claims 1 to 3 as a light source apparatus.

[0009]

[Embodiment of the Invention] The construction and operation of the present invention will hereinafter be described in detail on the basis of an illustrated embodiment. Fig. 1 is an illustration of the construction of a light source apparatus showing an embodiment of the present invention, Fig. 1(a) is a cross-sectional view of the light source apparatus, Fig. 1(b) shows the disposed state of the front side of the two semiconductor lasers (LD) of the light source apparatus, Fig. 1(c) shows the disposed state of the back side of the two semiconductor lasers of the light source apparatus, and Fig. 1(d) shows the

disposed state of the front side of the two coupling lenses of the light source apparatus. Also, Fig. 2 schematically shows an example of the construction of a multibeam scanning apparatus according to the present invention, and shows the disposition of constituent parts as they are evolved in a plane passing through an optical axis and parallel to a main scanning direction (hereinafter referred to as the main scanning plane).

[0010] As shown in Fig. 2, in the multibeam scanning apparatus according to the present invention, divergent light beams emitted from semiconductor lasers 1a, 1b as light sources are coupled by coupling lenses 2a, 2b provided correspondingly to the respective light sources, are converted into weak convergent light beams or weak divergent light beams or parallel light beams, are beam-shaped by an aperture 3, and thereafter, are converged in a sub-scanning direction (a direction orthogonal to the main scanning plane (the plane of the drawing sheet of Fig. 2) by a cylinder lens common to the light beams, and are imaged as linear images long in the main scanning direction near the deflecting reflecting surface 5A of a deflector 5, and thereafter are reflected by the deflecting reflecting surface 5A of the deflector 5. These two linear images are separated from each other in the sub-scanning direction. The light beams reflected by the deflecting reflecting surface 5A of the deflector 5 are deflected in a conformal speed fashion with the uniform rotation of the deflector 5,

are condensed as light spots separated from each other in the sub-scanning direction on a surface 7 to be scanned such as a photosensitive member by a scanning optical system 6 (comprised of a lens system such as, for example, an  $f\theta$  lens, but can also be constituted by a concave mirror or the like), and substantially isokinetically scan on the surface 7 to be scanned. While Fig. 2 shows an example of a two-beam scanning apparatus, it is readily possible to increase the pairs of light source and coupling to thereby provide a construction for three or more beams.

[0011] In Fig. 2, the principal rays of the respective light beams coupled by the coupling lenses 2a, 2b, as shown, gradually come close to the deflecting reflecting surface 5A side, and intersect with each other in the main scanning direction near the deflecting reflecting surface 5A. The angle  $\theta$  which the respective light beams form from the intersecting portion side toward the light source side when the coupled light beams are seen from the sub-scanning direction is called "the open angle" between the light beams. As described above, the light source apparatus is constructed so that the light beams travelling toward the deflector 5 may have the open angle  $\theta$ , whereby it becomes unnecessary to use such a deflecting combining element or the like as in the prior art.

[0012] Here, the light source apparatus used in the multibeam scanning apparatus shown in Fig. 2, as shown in Fig. 1(a), has two semiconductor lasers 1a, 1b which are

light sources, coupling lenses 2a, 2b corresponding to individual ones if these two semiconductor lasers 1a, 1b, and a holder 8 holding at least two pairs of semiconductor lasers 1a, 1b and coupling lenses 2a, 2b, and is of a construction in which the light beams emitted from the two semiconductor lasers 1a, 1b held by the holder 8 and passing through the coupling lenses 2a, 2b toward the deflector 5 have the open angle  $\theta$ . While in the example shown in Fig. 1(a), the aperture 3 is also held by the holder 8, the aperture 3 may be held by another means.

[0013] By the way, to realize a good optical characteristic about a plurality of light beams, it is necessary to make the open angle of the plurality of light beams small. Therefore, it is preferable to adjustably adhesively secure the coupling lenses 2a, 2b directly to the holder 8, and when design is made such that the coupling lenses 2a, 2b are adhesively secured directly to the holder 8, the lens cells of the coupling lenses become unnecessary and therefore, the plurality of coupling lenses can be made proximate to each other. Also, during the adhesive securingment, the adhesively secured positions of the coupling lenses can be adjusted to thereby adjust the amount of separation between the light spots on the surface to be scanned in the sub-scanning direction, i.e., the scanning line pitch, and therefore a position adjusting mechanism for the light sources becomes unnecessary, and the interval between the light sources can also be made

small.

[0014] The embodiment of the light source apparatus will now be described in greater detail. As shown in Fig. 1(a), the holder 8 has a substantially rectangular base portion 8A, and a columnar portion 8B is projectedly provided on the central portion thereof, and a projected portion 8C protrudes from the center of the columnar portion 8B. The columnar portion 8B of the holder 8 is formed with holes 8a1, 8b1 into which the semiconductor lasers 1a, 1b as the light sources are forced and fixed, and the semiconductor lasers 1a, 1b are forced into and fixed to the holes 8a1, 8b1 from the back side of the base portion 8A of the holder 8. Also, those portions of the projected portion 8C of the holder 8 which range to the holes 8a1, 8b1 are coupling lens holding portions 8c-1, 8c-2 comprising such cylindrical surfaces as shown in Fig. 1(d), and the respective cylindrical shafts of the cylindrical surfaces of the coupling lens holding portions 8c-1, 8c-2 are adapted to gradually narrow toward the deflector side. That is, the cylindrical surfaces mutually have an open angle. The coupling lenses 2a, 2b are position-adjusted in the direction of the optical axis and a direction orthogonal to the optical axis relative to the semiconductor lasers 1a, 1b, respectively, and are fixed to the cylindrical surfaces of the coupling lens holding portions 8c-1, 8c-2 by the use of adhesive agents 8d-1, 8d-2.

[0015] Description will now be made of the disposition of the semiconductor lasers 1a, 1b. Fig. 1(b) shows the two semiconductor lasers 1a, 1b held by the holder 8 as they are seen from the front side (the light emitting side), and 1a-1, 1b-1 designate semiconductor laser chips, 1a-2, 1b-2 denote cases, and 1a-3, 1b-3 designate stems. Also, Fig. 1(c) shows the two semiconductor lasers 1a, 1b held by the holder 8 as they are seen from the back side, and 1a-4, 1b-4 denote gland terminals, and 1a-5, 1b-5, 1a-6 and 1b-6 designate driving terminals. As shown in Fig. 1(b), the two semiconductor lasers 1a, 1b are symmetrically disposed with respect to the center O of the holder, the stems 1a-3, 1b-3 of the two semiconductor lasers 1a, 1b face in opposite directions, and the semiconductor laser chips 1a-1, 1b-1 are mounted on the respective stems 1a-3, 1b-3. That is, the two semiconductor lasers 1a, 1b are disposed on the holder 8 so that the stems 1a-3, 1b-3 and the semiconductor laser chips 1a-1, 1b-1 may be at opposite positions. Also, as shown in Fig. 1(c), the respective terminals of the two semiconductor lasers 1a, 1b are also disposed so as to face in opposite directions.

[0016] The stems 1a-3, 1b-3 of the two semiconductor lasers 1a, 1b are of substantially the same size thus, when by adopting such disposition as shown in Figs. 1(b) and 1(c), thermal expansion due to a temperature rise occurs, the semiconductor laser chips 1a-1, 1b-1 move in opposite directions, but at that time, as shown in Fig. 1(d), the

coupling lenses 2a, 2b are also supported by the projected portion 8C of the holder 8 through the adhesive agents 8d-1, 8d-2 and therefore, the coupling lenses 2a, 2b also move in opposite directions. Thus, the optical axes of the coupling lenses 2a, 2b and the light emitting points (the semiconductor laser chips 1a-1, 1b-1) of the semiconductor lasers 1a, 1b move in the same direction and therefore, the optical axes of the lights emerging from the coupling lenses 2a, 2b become small in the amount of movement even during a temperature rise and thus, the interbeam pitch on the surface to be scanned is kept substantially constant. That is, the fluctuation of the interbeam pitch due to an environmental fluctuation such as a temperature change can be made small. The light source apparatus shown in Fig. 1 can adjust the angle of inclination of a lens S passing through the light emitting points of the two semiconductor lasers 1a, 1b with respect to the main scanning direction, with the center O of the holder 8 as an axis, to thereby easily adjust the interbeam pitch in the sub-scanning direction.

[0017] By the way, as shown in Fig. 1(a), the terminals on the back side of the semiconductor lasers 1a, 1b have connected thereto a substrate 9 connected to a battery system for driving the semiconductor lasers 1a, 1b, and an example in which this substrate 9 is a harness is shown in Fig. 3. As shown in Fig. 3, of the three terminals of the semiconductor lasers 1a, 1b, gland terminals 1a-4, 1b-4 are

connected in common to the gland 9c of the harness substrate 9. Thereby, the layout of the lead wire on the harness substrate 9 becomes simple. Also, the terminals of the two semiconductor lasers 1a, 1b, as shown in Fig. 1(c), are symmetrically disposed so as to face in opposite directions and therefore, the lead wire on the harness substrate 9 can be made into a layout symmetrical with respect to the gland 9c and therefore, even during the above-mentioned temperature rise, stress is uniformized relative to the fluctuation of the semiconductor lasers themselves and therefore, the fluctuation of the interbeam pitch can be suppressed.

[0018] Also, as shown in Fig. 3, lead wire portions 9a-5, 9a-6 on the harness substrate 9 to which the other driving terminals 1a-5, 1a-6 than the gland of the semiconductor laser 1a, and lead wire portions 9b-5, 9b-6 on the harness substrate 9 to which the other driving terminals 1b-5, 1b-6 than the gland of the semiconductor laser 1b are connected are of a layout symmetrical with respect to the gland 9c, and the lead wire portions 9a-5, 9a-6, 9b-5, 9b-6 are designed to be equal in resistance and electrical capacity to the terminals of the same function of the semiconductor lasers 1a, 1b. That is, depending on the lead wire layout of the harness substrate 9, there is the fear that the light-emitting characteristic of the semiconductor lasers 1a, 1b is varied and therefore, in the present embodiment, the lead wire portions are made into a symmetrical layout,

and are wired so as to have substantially the same resistance values and electrical capacities, whereby the light-emitting characteristic of the two semiconductor lasers can be stabilized.

[0019] Now, in the multibeam scanning apparatus according to the present invention, the light source apparatus constructed as described above is used as the light source portion of Fig. 2 and therefore, the light source portion can be inexpensively constituted by a small number of parts, and the error of the interbeam pitch can be made small by a simple construction, and the scanning of a plurality of beams corresponding to a high quality of image becomes possible. Also, the fluctuation of the interbeam pitch due to an environmental fluctuation such as a temperature change can be made small and therefore, highly accurate multibeam scanning becomes possible. Further, a plurality of light source apparatuses of the construction shown in Fig. 1 are disposed in the sub-scanning direction, whereby a multibeam scanning apparatus for four or more beams can be easily realized.

[0020]

[Effect of the Invention] As has been described above, in the invention according to Claim 1, in a light source apparatus having a plurality of light sources, a plurality of coupling lenses corresponding to individual ones of the plurality of light sources, and one or more holders holding at least two pairs of light source and coupling lens,

wherein light beams emitted from at least two light sources held by the holder or holders and passing through the coupling lenses toward a deflector has an open angle, at least two light sources held by the holder or holders are semiconductor lasers, and the two semiconductor lasers are disposed on the holder or holders so that stems and semiconductor laser chips may be at opposite positions and therefore, the light source apparatus for use in a multibeam scanning apparatus can be inexpensively constituted by a small number of parts, and the fluctuation of the interbeam pitch due to an environmental fluctuation such as a temperature change can also be made small.

[0021] In the invention according to Claim 2, in addition to the construction of Claim 1, in a state in which the stems and semiconductor laser chips of the two semiconductor lasers held by the holder or holders are disposed at opposite positions, a portion connected to a battery system for driving the respective semiconductor lasers is constituted by a harness substrate, and the gland of the harness substrate is connected in common to the gland terminals of the two semiconductor lasers and therefore, the lead wire layout of the harness substrate becomes easy, and the fluctuation of the interbeam pitch due to an environmental fluctuation such as a temperature change can also be made small. Also, in the invention according to Claim 3, in addition to the construction of Claim 2, lead wire portions on the harness substrate to

which the other terminals than the glands of the two semiconductor lasers are connected are designed to be equal in resistance and electrical capacity to the terminals of the same function of the respective semiconductor lasers and therefore, the light-emitting characteristic of the semiconductor lasers can be stabilized.

[0022] In the invention according to Claim 4, there is adopted a construction in which the light source apparatus according to any one of Claims 1 to 3 is used as the light source apparatus of a scanning apparatus and therefore, it is possible to realize a multibeam scanning apparatus in which the light source portion can be inexpensively constituted by a small number of parts, and the error of the interbeam pitch can be made small by a simple construction, and the scanning of a plurality of beams corresponding to a high quality of image becomes possible. Also, the fluctuation of the interbeam pitch due to an environmental fluctuation such as a temperature change can be made small, and highly accurate multibeam scanning becomes possible.

[Brief Description of the Drawings]

Fig. 1 is an illustration of the construction of the light source apparatus showing an embodiment of the present invention, Fig. 1(a) is a cross-sectional view of the light source apparatus, Fig. 1(b) shows the disposed state of the front side of the two semiconductor lasers of the light source apparatus, Fig. 1(c) shows the disposed state of the

back side of the two semiconductor lasers of the light source apparatus, and Fig. 1(d) shows the disposed state of the front side of the two coupling lenses of the light source apparatus.

Fig. 2 schematically shows an example of the construction of the multibeam scanning apparatus according to the present invention.

Fig. 3 is a plan view showing an example of the harness substrate used in the light source apparatus shown in Fig. 1.

[Description of the Reference Characters]

1a, 1b: semiconductor lasers (light sources)

1a-1, 1b-1: semiconductor laser chips

1a-2, 1b-2: cases

1a-3, 1b-3: stems

1a-4, 1b-4: gland terminals

1a-5, 1b-5: driving terminals

1a-6, 1b-6: driving terminals

2a, 2b: coupling lenses

3: aperture

4: cylinder lens

5: deflector

5A: deflecting reflecting surface

6: scanning optical system

7: surface to be scanned

8: holder

8A: base portion

8B: columnar portion

8C: projected portion

8a1, 8b1: holes

8c-1, 8c-2: coupling lens holding portions

8d-1, 8d-2: adhesive agents

9: harness substrate

9c: gland

9a-5, 9a-6, 9b-5, 9b-6: other lead wire portions than the  
gland